



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

INFO-FORÊTS

Recherche en science et technologie au
Service canadien des forêts • Centre de foresterie du Pacifique

Numéro spécial : Recherche sur les ravageurs forestiers exotiques envahissants

La science, les ravageurs forestiers et le commerce	2	Les effets du changement climatique sur l'aire de répartition des insectes	10
Comment piéger un ravageur exotique	4	Mobilisation communautaire contre la spongieuse	12
100 ans de données sur les ravageurs forestiers	5	Collaboration dans la lutte contre l'arpenreuse tardive	13
Un collectif de recherche fournit des données scientifiques	6	Lutte biologique contre Sirex	14
Le diagnostic pour le commerce	6	Nouvelles et avis	15
Le codage des ravageurs forestiers par code à barres	8		

Décembre 2007
ISSN 0706-9413

Canada



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada



INFO-FORETS

Recherche en science et technologie au
Service canadien des forêts • Centre de foresterie du Pacifique

Numéro spécial : Recherche sur les ravageurs forestiers exotiques envahissants

La science, les ravageurs forestiers et le commerce	2	Les effets du changement climatique sur l'aire de répartition des insectes	10
Comment piéger un ravageur exotique	4	Mobilisation communautaire contre la spongieuse	12
100 ans de données sur les ravageurs forestiers	5	Collaboration dans la lutte contre l'arpenreuse tardive	13
Un collectif de recherche fournit des données scientifiques	6	Lutte biologique contre Sirex	14
Le diagnostic pour le commerce	6	Nouvelles et avis	15
Le codage des ravageurs forestiers par code à barres	8		

Décembre 2007
ISSN 0706-9413

Canada

La science, le commerce, les forêts canadiennes et les ravageurs

En couverture



Les larves de la spongieuse asiatique, un ravageur forestier exotique envahissant introduit à répétition en Colombie-Britannique à bord de marchandises en provenance d'Asie, se nourrissent d'aiguilles de conifères et des feuilles de certains arbres à feuilles caduques. La femelle adulte s'avère redoutable en vol, à l'inverse de sa cousine européenne.

Une série d'études menées au milieu des années 90 par des chercheurs de Ressources naturelles Canada ont permis de déterminer que, par inadvertance, les importateurs livraient plus que des marchandises en Colombie-britannique. En effet, les scientifiques ont capturé plus d'une douzaine d'espèces exotiques de scolytes et de coléoptères perceurs du bois près des entrepôts jouxtant le port de Vancouver, ou en ont trouvé dans du matériel d'emballage en bois recueilli au port et dans les entrepôts. Une autre étude leur a permis de découvrir six espèces exotiques de coléoptères forestiers établis dans des parcs urbains à proximité : l'une des espèces venait d'une région subtropicale; deux autres venaient plus probablement de l'Europe tempérée, deux étaient originaires de l'Asie du Nord-Est tempérée et la dernière de l'est de l'Amérique du Nord.

Les expériences étaient parmi les premières tentatives au Canada pour quantifier une voie d'accès au Canada bien circonscrite d'insectes forestiers exotiques, affirme Eric Allen (eallen@nrccan-rnccan.gc.ca), chercheur en santé des forêts au Service canadien des forêts de Ressources naturelles Canada. « Nous avons compté des spécimens pour attester et quantifier l'ampleur du problème causé par certains de ces emballages. Nous avions absolument besoin de données scientifiques de ce genre pour étayer le processus naissant de normalisation internationale en matière de protection des plantes. »

Le commerce international fait partie des secteurs névralgiques de l'économie canadienne : les exportations

et les importations de produits forestiers ont totalisé respectivement près de 35 milliards de dollars et de 3 milliards de dollars en 2006. En 2002, le commerce de produits de pépinière a atteint 1,75 milliard de dollars. Les échanges internationaux ne cessent d'augmenter, les marchandises voyagent de plus en plus vite sur les océans et les conteneurs étanches en provenance de tous les coins du monde parviennent de plus en plus nombreux directement dans les entrepôts et les gares partout au Canada—autant de conditions favorables pour les insectes et les maladies qui parviennent jusqu'ici dans les marchandises. Les grumes, les produits en bois non traité tels que des cageots et des bobines, ainsi que les plantes vivantes sont des véhicules particulièrement redoutables pour les insectes et les maladies envahissantes de nos forêts. On estime que 20 % des insectes exotiques arrivent chez nous à bord des produits horticoles; le bois non traité quant à lui est responsable de 73 % de l'introduction des espèces exotiques d'insectes et de champignons.

Étant donné qu'il est un très grand exportateur de produits de ressources naturelles, le Canada est vulnérable aux conflits commerciaux : si ses partenaires commerciaux soupçonnent qu'un ravageur à haut risque s'est établi chez nous, ils peuvent refuser les produits canadiens tant qu'ils n'ont pas obtenu la preuve de leur innocuité.

Depuis que qu'Eric Allen et Lee Humble, entomologiste au Service canadien des forêts (lhumble@nrccan-rnccan.gc.ca), ont mené leurs expériences de capture de coléoptères, les communautés commerçantes du monde entier ont adopté un certain nombre de normes internationales de protection de la santé des plantes. Ces mesures aident à colmater des brèches dans les frontières canadiennes par lesquelles des insectes et des maladies indésirables arrivent à s'y immiscer.

Profil de ravageur exotique

Grand hylésine des pins

Tomicus piniperda

À risque : pin (hôte principal), sapin, mélèze, épinette et Douglas taxifolié • Origine : Eurasie • Distribution : Asie, Afrique du Nord et Europe, est des États-Unis, Ontario et Québec • Première attestation au Canada : présence confirmée dans sept comtés du sud-ouest de l'Ontario en 1993; probablement introduit au Canada par les emballages de bois provenant d'outremer. • Symptômes : particules fines, d'un brun-rouge et semblables à de la sciure, sur l'écorce; tubes blanchâtres de sève autour des trous d'entrée forés dans l'écorce.

photo : Klaus Bolte, Service canadien des forêts



Un mot sur les photos • Pendant ses 39 années de service comme technicien au sein du Service canadien des forêts de Ressources naturelles Canada, Klaus Bolte a fait office de précurseur. Certaines des photos d'insectes qui illustrent ce numéro sont le fruit de ses techniques photographiques d'avant-garde. Avec un appareil numérique monté sur un microscope, il photographie diverses parties des insectes, puis il fait un montage électronique pour donner une image détaillée, d'une clarté inouïe, de l'insecte au complet.

Aux aguets des ravageurs

Le Canada a signé trois accords internationaux pour contrer la propagation des ravageurs d'un pays à l'autre : la Convention sur la diversité biologique en 1992; le Processus de Montréal : les critères et les indicateurs pour la conservation et l'aménagement durable des forêts tempérées et des forêts boréales en 1998; ainsi que la Convention internationale pour la protection des végétaux de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, en 1999.

Au Canada, c'est l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) qui est chargée de protéger nos forêts contre les ravageurs exotiques. Cette agence fédérale régit les produits à haut risque qui entrent au pays et ceux qui en sortent et qui circulent à l'intérieur des frontières. Elle s'associe avec d'autres organismes fédéraux et provinciaux, l'industrie ainsi que des organismes de protection des végétaux du monde entier pour détecter les nouveaux ravageurs exotiques introduits au Canada. Elle surveille les ravageurs exotiques qui ont réussi à s'établir, elle prend des mesures de contrôle à leur égard et elle évalue les risques qu'ils posent sur l'économie et les forêts canadiennes. De plus, l'Agence veille à ce que le Canada n'exporte pas de matériaux infestés par



exotiques envahissants : la protection des forêts et du commerce

l'entremise de programmes d'attestation de l'absence d'organismes nuisibles, conformes aux normes internationales en la matière.

« Notre premier souci est de les empêcher d'entrer et de se disséminer », déclare Marcel Dawson, gestionnaire national à la Section des forêts de l'ACIA. « Au besoin, nous déployons des mesures d'éradication, nous concevons des systèmes de détection précoce et nous faisons des analyses de risque rapides et fiables. Nous nous préoccupons également des répercussions des espèces exotiques envahissantes sur nos écosystèmes forestiers—sur leur composition, leurs processus et leur résilience—ainsi que des risques de pertes de matières ligneuses. »

L'ACIA est un organisme à vocation scientifique. Les politiques qu'elle soumet au gouvernement, les lois dont elle surveille l'application et les règlements qu'elle administre doivent reposer sur des fondements scientifiquement rigoureux et défendables devant de nombreux organismes internationaux. Parmi ces organismes, l'Organisation nord-américaine pour la protection des plantes apporte une vision continentale, alors que l'Organisation mondiale du commerce soutient les échanges commerciaux et la résolution des litiges en la matière.

À la hauteur des exigences scientifiques

L'ACIA entretient une étroite collaboration avec les laboratoires de recherche forestière de Ressources naturelles Canada. Le Service canadien des forêts (SCF) constitue le principal organisme de recherche forestière du fédéral. Ses chercheurs travaillent avec l'ACIA dans les domaines de la détection, de l'identification et de l'évaluation des espèces de ravageurs forestiers exotiques connues et soupçonnées. Leurs travaux servent notamment à l'élaboration de méthodes de détection et d'outils visant à déterminer la probabilité de l'établissement d'espèces exotiques au Canada. Ces services, fournis selon un protocole d'entente entre les deux organismes, jouent un très grand rôle dans la mise au point et la mise en œuvre de stratégies efficaces en matière de réglementation et de gestion de la lutte contre les organismes nuisibles.

La venue de spécialistes de la santé des forêts de l'ACIA au Centre de foresterie du Pacifique a grandement facilité la collaboration et la communication.

« La lutte aux organismes nuisibles est menée de front par des scientifiques des deux organismes », révèle Shane Sela, spécialiste de la santé des forêts à la section Protection des végétaux de l'ACIA. « Notre travail porte également sur les enjeux commerciaux — que l'on s'intéresse aux produits forestiers importés de Chine ou au bois d'œuvre exporté vers l'Australie, un grand nombre des aspects du commerce qui mettent en cause la santé des végétaux et le contrôle phytosanitaire ont une dimension scientifique. Depuis que nous travaillons à portée de voix des chercheurs qui étudient ces différents points, nous obtenons plus rapidement les réponses à nos questions et nous sommes mieux en mesure de proposer des cadres réglementaires plus efficaces pour résoudre les problèmes, à partir de données scientifiques. »



Les forêts situées à proximité des entrepôts, des gares ferroviaires et des ports sont particulièrement sujettes à l'introduction de ravageurs forestiers exotiques.

Des outils précieux

Stratégie nationale sur les espèces exotiques envahissantes
En 2004, le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux et territoriaux au Canada ont entériné une Stratégie sur les espèces exotiques envahissantes. Mettant à contribution divers organismes gouvernementaux, la Stratégie propose des solutions de lutte contre toutes les espèces exotiques envahissantes, qu'elles menacent les milieux aquatiques et terrestres, les forêts et l'agriculture, la flore ou la faune. La Stratégie est axée sur la prévention, la détection précoce et l'intervention rapide en cas d'introduction de ravageurs, sans laisser de côté le confinement, la surveillance et l'éradication.

Stratégie nationale de lutte contre les ravageurs forestiers
Le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux et territoriaux, conscients de la nécessité d'unir leurs efforts dans la lutte contre les espèces indigènes et exotiques qui menacent nos forêts, élaborent actuellement une stratégie nationale en ce sens. La stratégie mettra en lumière des moyens pour améliorer leur collaboration en matière de prévention, de détection, d'évaluation et d'intervention contre l'envahissement des insectes ravageurs.

Cette nouvelle stratégie s'inspire de la Stratégie nationale sur les espèces exotiques envahissantes. Selon la directrice générale du Centre de foresterie du Pacifique, Sue Farlinger, qui compte parmi les principaux artisans de la Stratégie nationale de lutte contre les ravageurs forestiers : « Elle donnera à tous un langage commun, des données communes et des modèles communs pour évaluer les risques posés par chacune des espèces de ravageurs forestiers à l'échelle nationale. Ainsi, l'intervention de lutte se fera à partir de renseignements et de données scientifiques aussi précis que possible, et sera donc beaucoup plus efficace. »

Sources

La *Stratégie nationale sur les espèces exotiques envahissantes* (2004) peut être consultée sur le site à l'adresse suivante : http://www.cbim.gc.ca/issues/nas_documents.cfm?lang=f.

On trouvera d'autres articles pertinents dans la bibliothèque virtuelle du Service canadien des forêts : « Forest biosecurity: alien invasive species and vectored organisms » (2006); « Surveillance for invasive wood borers: national and international perspectives » (2003); « Nonindigenous species introductions: a threat to Canada's forests and forest economy » (2002); « Implications of non-indigenous insect introductions in forest ecosystems » (2001); « Interceptions et établissement en Colombie-Britannique d'espèces exotiques de coléoptères » (1998).

On peut consulter « Science and regulation: a Canadian approach to invasive alien species » (2005) à l'adresse www.fao.org/docrep/008/y5968e/y5968e0n.htm, et « Alien Invaders: Non-indigenous Species in Urban Forests » (2004) à l'adresse <http://www.treecanada.ca/cut6/proceedings/papers/Humble.pdf>.



La recherche de fragrances irrésistibles aux ravageurs

Beaucoup d'insectes dépendent de leur sens olfactif pour communiquer entre eux et pour trouver de la nourriture et des hôtes. Par conséquent, les spécialistes de la santé des plantes utilisent depuis longtemps des pièges imprégnés des odeurs d'insecte et des arbres-hôtes comme appâts pour détecter et pister les ravageurs indésirables.

Or, l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA), l'organisme fédéral chargé de protéger les forêts canadiennes contre les ravageurs forestiers exotiques, utilise actuellement des odeurs dans ses pièges de détection qui n'attirent pas toutes les espèces potentiellement dangereuses. Par exemple, les appâts semblent d'une efficacité variable contre l'agrite du frêne ou le longicorne asiatique, deux espèces exotiques qui infestent les régions du sud de l'Ontario. Pour aider l'ACIA à raffiner ses techniques, les chercheurs de Ressources naturelles Canada font des tests sur de nouveaux leurre et de nouveaux mélanges d'odeurs.

« Pour l'instant, nous recensons les espèces capturées et celles qui échappent aux appâts », déclare Lee Humble, entomologiste au Centre de foresterie du Pacifique du Service canadien des forêts (lhumble@nrcan-rncan.gc.ca). « Nous voulons mettre au point des appâts plus génériques et étendre la gamme des appâts qui servent à attirer des insectes exotiques qui sont peut-être déjà établis au Canada. »

Les chercheurs testent des mélanges composés d'odeurs dégagées par les arbres les plus communément pris comme hôtes, auxquels ils ajoutent des phéromones (les odeurs dégagées par les insectes qui provoquent une réaction chez d'autres spécimens de l'espèce).

« Les phéromones permettent de cibler des espèces ou des groupes d'espèces et, de façon générale, leur action est beaucoup plus précise que les mélanges d'odeurs des arbres-hôtes », explique Jon Sweeney (jsweeney@nrcan-rncan.gc.ca), chercheur scientifique au Centre de foresterie de l'Atlantique. « Quand l'insecte ciblé détecte ce mélange, il a l'impression qu'un de ses semblables l'invite à le rejoindre. »

Cependant, les pièges à phéromones attirent un nombre restreint d'espèces. « Quand on ajoute une phéromone au dispositif de capture, il devient plus sensible et plus efficace pour attirer les spécimens de telle ou telle espèce. Cependant, le rayon d'action de l'appât s'en trouve réduit », ajoute Sweeney. « Il est inefficace pour attirer d'autres espèces. »

« Les insectes que nous ne voulons absolument pas voir chez nous se comptent par centaines, par milliers même », explique Peter deGroot (pdegroot@nrcan-rncan.gc.ca), chercheur scientifique au Centre de foresterie des Grands lacs. « Bien entendu, nous pouvons installer les pièges à phéromones en fonction d'espèces précises, mais il n'est pas très pratique d'installer et d'entretenir des centaines de pièges, chacun exhalant des phéromones différentes selon l'espèce. En plus, dans bien des cas, nous n'avons pas ces phéromones. Nous devons donc trouver d'autres moyens pour attirer les insectes dans un secteur et dans nos pièges. »

Les appâts enduits d'odeurs d'arbre, y compris l'éthanol et des composants de térébenthine, attirent beaucoup plus d'espèces d'insectes s'ils leur font croire

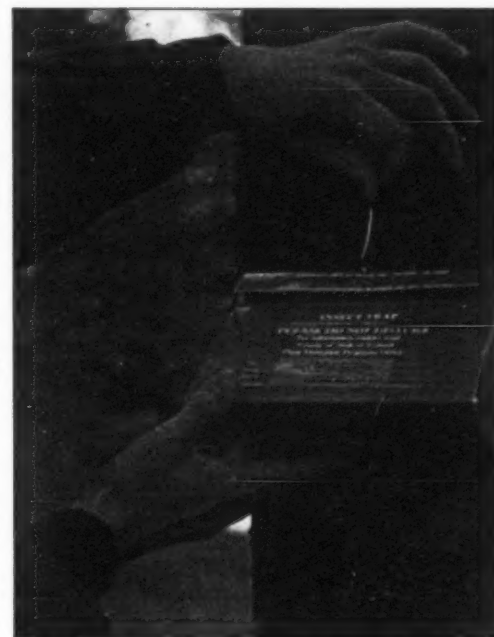
que l'arbre est soumis à un stress ou blessé (les victimes de prédilection de la plupart des insectes perceurs du bois ou de l'écorce).

« L'élaboration de gammes d'appâts qui attirent un grand éventail d'espèces nous donne un moyen pour diminuer le risque d'infestation des ravageurs exotiques », déclare deGroot. « C'est une technique efficace pour détecter et endiguer les infestations avant que le problème prenne trop d'ampleur et que toute tentative d'éradication devienne inefficace. »

Humble, Sweeney et deGroot ont amorcé les essais en 2006. Ils ont installé des appâts en Nouvelle-Écosse, à Vancouver et dans le sud de l'Ontario, à des endroits très propices à l'introduction d'insectes forestiers exotiques, soit les ports, les gares de marchandises et les entrepôts. Les scientifiques font la synthèse et l'analyse des résultats recueillis au cours des deux dernières années, et ils disposeront de nouveaux pièges d'essai en 2008.

Sources

Les rapports suivants sont disponibles dans la librairie virtuelle du Service canadien des forêts : « Detection of wood-boring species in semiochemical traps » (2007); « Effect of semiochemical release rate, killing agent, and trap design on detection of *Tetropium fuscum* (F.) and other longhorn beetles (Coleoptera: Cerambycidae) » (2006); « Host volatile attractants and traps for detection of *Tetropium fuscum* (F.), *Tetropium castaneum* (L.), and other longhorned beetles (Coleoptera: Cerambycidae) » (2004); « Response of *Monochamus* (Col., Cerambycidae) and some Buprestidae to flight intercept traps » (2003).



Des spécialistes du domaine phytosanitaire ont installé des pièges imbibés d'odeurs attirantes pour les coléoptères et les papillons de nuit afin de détecter et de contrôler la présence de ravageurs forestiers. Les chercheurs du Service canadien des forêts étudient l'efficacité des odeurs et des mélanges d'odeurs pour attirer des scolytes et des coléoptères perceurs du bois exotiques dans leurs pièges.

photo : Archives USDA APHIS PPQ, USDA APHIS PPQ, Bugwood.org



L'accès aux données historiques sur les espèces envahissantes

Quand un ravageur forestier potentiellement envahissant est introduit au Canada, les spécialistes de la protection de la santé des forêts doivent faire une analyse des risques potentiels afin que les mesures de lutte et d'éradication soient efficaces, mais souvent, ils ont peu de données à leur disposition pour ce faire.

This need for information spurred Natural Resources Canada to motivate Vince Nealis, spécialiste de l'écologie des insectes à Ressources naturelles Canada, et quelques-uns de ses collègues dans l'ensemble du pays. Ils ont eu l'idée de colliger les fiches historiques sur les ravageurs forestiers envahissants du Service canadien des forêts en un système de données centralisé et facilement accessible, doté de fonctions de cartographie et d'analyse des données.

« Si on veut faire une analyse de risque sur des ravageurs dont on en sait peu, les meilleures sources d'information sont les ravageurs dont on en sait long », affirme Nealis (vnealis@nrcan-rncan.gc.ca). « Des centaines d'insectes forestiers ont envahi le Canada au cours du dernier siècle, et leur établissement, leur surveillance, leur dissémination, leurs trajectoires, leurs hôtes végétaux, etc., ont été étudiés et consignés par le Service canadien des forêts. »

Cette année, Ressources naturelles Canada lance la base de données sur les espèces exotiques envahissantes des forêts (BD-EEEF). Elle contient les fiches de tous les insectes et agents pathogènes envahissants des forêts qui sont issues des Relevés des insectes et des maladies des arbres (RIMA), des analyses effectuées toutes les années par le Service canadien des forêts jusqu'en 1995. Les fiches proviennent d'une base de données de tous les relevés effectués depuis 1950, ainsi que des rapports annuels publiés depuis aussi loin que les années 1900. Des fiches de spécimens tirées de collections d'insectes, de champignons et de plantes du Service ont également été utilisées. Grâce à ce système, les chercheurs, les entomologistes, les spécialistes de la santé des forêts et les gestionnaires des forêts peuvent voir la progression historique des maladies et des insectes exotiques envahissants dans les forêts canadiennes.

Ils peuvent en outre faire des extrapolations à partir des données afin de prévoir les comportements des nouveaux insectes envahisseurs ou des nouvelles maladies.

« Nous accumulons des données sur des douzaines d'espèces depuis des décennies. C'est le cas notamment de la spongieuse, du papillon satiné et du puceron lanigère du sapin », souligne Nealis. « Nous savons où et quand ces insectes sont arrivés au Canada, nous pouvons calculer la vitesse de leur dissémination et s'ils ont emprunté ou non telle ou telle trajectoire. C'est le genre de renseignements que nous voulons avoir sur les espèces envahissantes : où vont-elles? Quel moyen prendront-elles pour y parvenir? Quel type de dommages causeront-elles? Que devons-nous faire? Nous pouvons désormais puiser dans cette banque de données historiques pour prendre des décisions de nature scientifique ou économique. Nous pourrions répondre aux questions de ce genre en nous appuyant sur la meilleure information disponible. »

L'interface de cartographie permet aux utilisateurs de créer des cartes des endroits où ont été trouvées des espèces envahissantes et de les combiner avec d'autres données (les couloirs de migration, les espèces d'arbres à risque ou les zones climatiques, par exemple). « Encore mieux », souligne Kevin Porter (kporter@nrcan-rncan.gc.ca), analyste de systèmes au Service canadien des forêts et chef du Knowledge Synthesis Group au Centre de foresterie de l'Atlantique, à Fredericton, « les utilisateurs pourront même consulter la version originale des documents. Un lien direct est établi avec la fiche de la base RIMA originale ou, si la fiche est extraite d'un rapport, elle a été numérisée et formatée en un fichier PDF interrogeable. Nous pouvons donc consulter directement le document source. »

La BD-EEEF sera intégrée à l'infrastructure de partage de données du Service canadien des forêts, le CFSNet, un outil conçu essentiellement pour les chercheurs et les gestionnaires des forêts. Il est associé à un portail Web accessible au public, lancé cet automne par le Centre de foresterie des Laurentides. Ce portail offre un accès facile et centralisé à la base de données, à des fiches d'information sur les ravageurs, à de l'information sur les politiques, aux lois et aux règlements, ainsi qu'à d'autres informations sur les espèces exotiques envahissantes des forêts canadiennes.

« Les scientifiques travaillent d'arrache-pied pour étudier les insectes et les maladies. Ils recueillent de nouvelles données et publient des rapports », révèle Pierre DesRochers (pidesroc@nrcan-rncan.gc.ca), coordonnateur du projet sur la santé des forêts et superviseur du portail Web. « Ce portail contribuera à diffuser cette information au plus grand nombre possible. »

Profil d'espèce exotique

Puceron lanigère du sapin

Adelges piceae

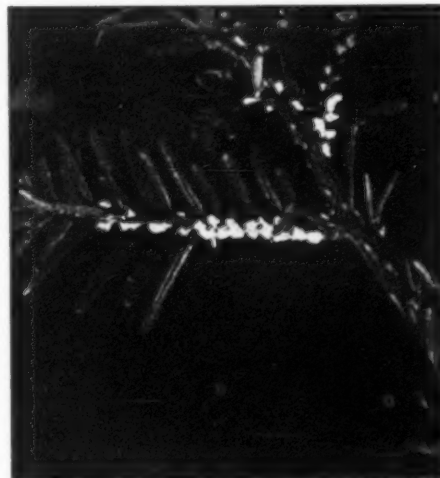
À risque : Tous les sapins, le sapin gracieux et le sapin grandissime étant les principales victimes en Colombie-Britannique

• **Origine :** Europe

Distribution : Europe, est et ouest de l'Amérique du Nord • **Premières**

attestations au Canada : Nouvelle-Écosse, 1910; Colombie-Britannique, années 50. Zones de quarantaine établies en Colombie-Britannique pour empêcher la dissémination de l'insecte. • **Symptômes :** traînées laineuses à la base du tronc et parfois jusque sur les grosses branches, au printemps et à l'été, entraînant la galle, la goutte ou niveau de la cime et la mort de la cime.

photo : Robert L. Anderson, USDA Forest Service, Bugwood.org



Un collectif international de recherche fournit des données

Eric Allen (eallen@nrcan-rncan.gc.ca), chercheur en santé des forêts à Ressources naturelles Canada, dirige le groupe des espèces envahissantes forestières du Centre de foresterie du Pacifique. Il cumule notamment les fonctions de président du Groupe de recherche international sur les organismes de quarantaine forestiers et de coordonnateur adjoint du groupe de travail de l'Union internationale des instituts de recherches forestières responsable des espèces envahissantes exotiques et du commerce international; il siège au comité sur les forêts de l'Organisation nord-américaine pour la protection des plantes ainsi qu'au comité technique sur les organismes de quarantaine forestiers de la Convention internationale pour la protection des végétaux (CIPV).

Qu'est-ce que le Groupe de recherche international sur les organismes de quarantaine forestiers?

Le Groupe propose un lieu d'échange et de recherche en collaboration sur les grands enjeux associés aux quarantaines forestières. Essentiellement, le GROIOF sert de carrefour aux scientifiques, aux spécialistes en matière de santé des végétaux et aux membres de l'industrie du monde entier qui sont préoccupés par ces questions.

Sous l'égide de la Commission des mesures phytosanitaires et associé à divers organismes de phytoprotection par l'entremise de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, le Groupe est affilié au groupe de travail de l'Union internationale des instituts de recherches forestières responsable des espèces envahissantes exotiques et du commerce international, qui offre un lieu de rassemblement au milieu élargi des sciences forestières sur les questions de quarantaine forestière.

Que fait le GROIOF?

Nous analysons les données scientifiques qui serviront de fondement aux accords de protection des forêts, tels que la Norme internationale pour les mesures phytosanitaires (NIMP) no 15. Nous cherchons les lacunes dans la recherche et nous mettons sur pied des collaborations de recherche pour les pallier, et nous prodiguons des avis scientifiques sur les stratégies de phytoprotection à divers organismes comme le comité technique sur les organismes de quarantaine forestiers de la CIPV.

Qui sont les membres du Groupe?

À titre individuel, les membres du GROIOF sont des scientifiques du domaine des forêts ainsi que des spécialistes en phytoprotection de la communauté internationale. Ils se réunissent, échangent et collaborent à des projets de recherche sur la quarantaine forestière. La participation est ouverte à tous. Actuellement,

Nouvelles méthodes de protéger le commerce du

Des chercheurs de Ressources naturelles Canada et de l'Agence canadienne d'inspection des aliments ont mis au point une méthode de diagnostic moléculaire qui aidera le Canada à poursuivre ses exportations de produits forestiers dans le monde. Le diagnostic moléculaire détecte la présence du nématode du pin par l'identification des séquences du gène de la protéine spécifique à l'espèce.

Le nématode du pin est un vers rond microscopique originaire de l'Amérique du Nord. Malgré sa relative bénignité pour les arbres nord-américains, il cause la polydendrose du pin chez les conifères exotiques et il est à l'origine de dommages graves dans les forêts de conifères de l'Asie. Dans les années 90, la découverte de nématodes dans du bois importé d'Amérique du Nord a donné lieu à toutes sortes de restrictions à l'importation de bois d'œuvre, de copeaux et de billes de résineux, de maisons préfabriquées et de bois d'emballage provenant de l'Amérique du Nord. Tous ces produits doivent dorénavant être traités avant leur exportation vers l'Europe, la Corée et la Chine, et des attestations de traitement doivent accompagner les envois.

Or, le nématode n'est pas présent dans toutes les forêts de conifères de l'Amérique du Nord, et le bois d'œuvre résineux récolté au Canada n'en est pas forcément porteur. L'équipe de Isabel Leal, biologiste chargée de recherche au Service canadien des forêts, a mis au point des techniques de diagnostic par l'ADN, diagnostic qui s'avère un outil redoutable pour détecter la présence de nématodes et vérifier l'efficacité des traitements phytosanitaires contre le nématode imposés par les instruments internationaux.

« Cette méthode de diagnostic moléculaire extrêmement précise permet de dénombrer et de détecter le nématode du pin à partir d'échantillons prélevés sur le terrain », explique Mme Leal (ileal@nrcan-rncan.gc.ca), la directrice de l'étude. « Cette technique élimine les étapes

Profil de ravageur exotique

Longicorne asiatique

Anoplophora glabripennis

À risque : nombreux feuillus, dont l'érable, le bouleau et le peuplier •

Origine : Asie • **Distribution :** Asie, Chicago, régions des États de New York et du New Jersey, Allemagne, France, Autriche

• **Première attestation au Canada :** Toronto, en 2003; probablement arrivé par des emballages de bois; mesures de surveillance et d'éradication en cours

• **Symptômes :** trous ronds et plaies ovales sur l'écorce et parfois, coulées de sève; sciures grossières à la base de l'arbre.

photo : Klaus Bolte, Service canadien des forêts



scientifiques pour protéger les forêts et le commerce

une cinquantaine de scientifiques et de spécialistes en phytoprotection de plus de 25 pays participent au Groupe.

Pourquoi le GRIQF est-il important?

Il est essentiel que des normes sur la protection des végétaux régissent le commerce international si nous voulons faire échec aux migrations planétaires des ravageurs. Qui plus est, conformément à l'Accord sur les mesures sanitaires et phytosanitaires de l'Organisation mondiale du commerce (MSP-OMC), les règlements en matière de protection des végétaux doivent reposer sur des données scientifiques rigoureuses. Sinon, il est possible que les mesures soient contestées, que le commerce soit perturbé et que les forêts soient mises en danger. C'est le rôle du GRIQF de trouver les fondements scientifiques de ces règlements ou de les transmettre.

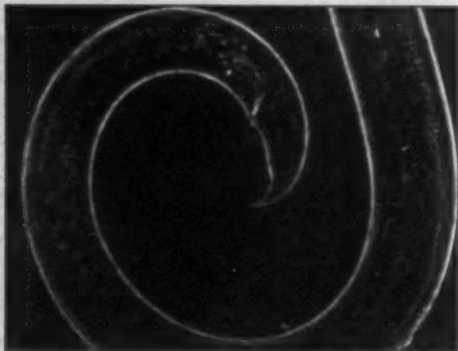
Pourquoi le Service canadien des forêts participe-t-il au GRIQF?

La dissémination des ravageurs forestiers exotiques menace les forêts canadiennes et le commerce de produits forestiers canadiens à l'étranger. Pour le bien de nos forêts, le mieux est d'empêcher les ravageurs de s'y introduire. Mieux encore, la prévention coûte moins cher sur les plans écologique, économique et social que la lutte contre les ravageurs après qu'ils ont franchi nos frontières. Le Service canadien des forêts appuie l'élaboration de normes internationales de prévention fondées sur des données scientifiques, telles la NIMP 15, qui prescrit l'utilisation de bois traité à la chaleur ou au bromométhane pour la fabrication des emballages des marchandises. Ces normes visent à protéger nos forêts contre les infestations du longicorne asiatique et de l'encre des chênes rouges, entre autres. Enfin, ces normes ont aussi des effets bénéfiques pour le commerce puisque, en nous empêchant d'exporter nos propres ravageurs, elles nous aident à éviter de graves problèmes avec nos partenaires.

Sources

« Application of a real-time PCR method for the detection of pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, in wood samples from lodgepole pine » (2007) et « An effective PCR-based diagnostic method for the detection of *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda : Aphelenchoididae) in wood samples from lodgepole pine » (2005) sont disponibles de la bibliothèque virtuelle du Service canadien des forêts.

diagnostic pour bois d'œuvre résineux



Des pays d'Europe et d'Asie exigent que les produits de bois d'œuvre canadiens soient traités avant leur exportation, à cause du nématode du pin. Photo : L.D. Dwinell, USDA Forest Service, Bugwood.org

intermédiaires qui alourdissaient les précédentes méthodes de diagnostic, à savoir le prélèvement et la culture des organismes en laboratoire. Ainsi, la nouvelle méthode est beaucoup plus rapide.

Elle pourrait également permettre d'analyser un plus grand nombre d'échantillons que les méthodes classiques de diagnostic morphologique.

La nouvelle méthode peut être associée aux réactions en chaîne de la polymérase (PCR) conventionnelles ou en temps réel. Cette dernière technique permet aussi de dénombrer les spécimens de nématodes présents dans un échantillon.

S'appuyant sur les résultats de leur recherche, Leal et son équipe étudient d'autres techniques pour établir si les nématodes trouvés dans les échantillons sont morts ou vivants.

Sur quoi le GRIQF travaille-t-il actuellement?

Nous venons de terminer une analyse scientifique des risques liés à l'écorce dans les emballages de bois en vue de la révision de la NIMP 15, et nous avons transmis nos résultats au comité technique sur les organismes de quarantaine forestiers de la CIPV. De plus, nous coordonnons les travaux de recherche scientifique sur de nouveaux traitements du bois d'emballage, dont une technique utilisant les micro-ondes et des traitements de fumigation en remplacement du bromométhane.

Notre veillons à la qualité scientifique des recherches sur les traitements contre les ravageurs envahissants dans les biens de commerce. Nous élaborons actuellement des critères d'évaluation de l'efficacité des traitements et nous analysons les produits qui représentent des vecteurs à haut risque, tels que les végétaux de plantation et les grumes commerciales.

Les travaux sont menés par les pays membres, dont le Canada.



Profil de ravageur exotique

Encre des chênes rouges *Phytophthora ramorum*

À risque : chêne, érable, Douglas taxifolia, rosier, frambosier et quantité d'autres plantes • Origine : probablement Asie de l'Est
• Distribution : Allemagne, Pays-Bas, Californie et Oregon
• Première attestation au Canada : Vancouver, sur des produits de pépinière, en 2003; mesures d'éradication et de surveillance toujours en cours • Symptômes : selon l'hôte, taches brunes ou noires sur les feuilles, ou cancrs saintants sur le tronc et les tiges

photo : Joseph O'Brien, USDA Forest Service, Bugwood.org



Passeports génétiques : une banque d'ADN normalisée pour

Un système de diagnostic éclair à partir de l'ADN des ravageurs forestiers envahissants

- diminuerait les pertes économiques (denrées périssables, notamment) en attendant l'identification;
- réduirait les erreurs d'identification aux premières phases de l'établissement des ravageurs;
- procurerait un accès instantané au corpus scientifique sur les stratégies de lutte et les risques inhérents à chaque espèce.

Si les insectes et les micro-organismes voyageaient de pays en pays avec leurs pièces d'identité... les spécialistes de la santé des forêts pourraient alors intervenir beaucoup plus rapidement et efficacement pour lutter contre les ravageurs qui menacent les forêts canadiennes.

Bien entendu, ce n'est pas le cas. Cependant, même s'ils n'ont pas de passeport, l'ADN de chaque insecte et de chaque champignon porte des caractères uniques qui nous permettent de les identifier.

En collaboration avec des collègues d'autres organismes fédéraux, d'universités, de musées, de divers organismes canadiens et du monde entier, les scientifiques de Ressources naturelles Canada sont à l'œuvre pour trouver un système visant à identifier les espèces et en faire un suivi. En créant le profil génétique de différentes espèces de coléoptères perceurs du bois, de papillons de nuit, de champignons et autres ravageurs forestiers, l'entomologiste Lee Humble et le chercheur scientifique Richard Hamelin, du Service canadien des forêts, aident le Réseau du code à barres canadien de la vie à établir la base de données de diagnostic génétique de toutes les espèces trouvées au Canada.

« Quand vous allez à l'épicerie, vous avez sans doute remarqué que, lorsque le commis balaye l'étiquette du CUP, la description du produit apparaît à l'écran de la caisse. C'est le même principe pour notre base de données », explique Humble (lhumble@nrcan-nrcan.gc.ca).

Dans ce cas-ci, le code à barres d'une espèce est établi par une séquence de 650 bases isolée dans l'ADN d'un organisme. Les séquences sont archivées dans la base de données du système Web des codes à barres de la vie.

Lorsque la base de données sera complète, les utilisateurs pourront la consulter pour trouver et identifier très précisément des organismes sans avoir à recourir à l'expertise taxinomique ou à de complexes et laborieuses analyses de laboratoire. Cet instrument permettra d'accélérer l'inspection des produits aux frontières et il facilitera le repérage de produits végétaux ou animaux indésirables dans les marchandises et les emballages, la vérification des produits alimentaires ainsi que l'identification des organismes pathogènes.

Parmi les collaborateurs au projet, Humble est l'un des principaux chercheurs dans le domaine des ravageurs et des envahisseurs biologiques des forêts. Il s'intéresse tout particulièrement aux applications potentielles des systèmes de code à barres de la vie pour l'identification et le pistage des ravageurs forestiers envahissants.

« Pour les organismes de lutte aux ravageurs et toutes les personnes qui ont à cœur la santé des forêts, il sera extrêmement précieux de pouvoir s'appuyer sur un système d'identification à partir de l'ADN pour déterminer si des espèces nouvellement arrivées doivent faire l'objet de mesures de quarantaine », convient-il. Actuellement, il travaille à la mise au point du système de diagnostic fondé sur les codes à barres et à son intégration au programme canadien de détection et de surveillance des espèces envahissantes.

« Le système de code à barres appuie le système national de surveillance des forêts », ajoute-t-il. « Nous pouvons nous y référer directement pour le dépistage et l'identification des ravageurs exotiques. Le catalogue des codes à barres en est le fondement. »

Humble, qui travaille au Centre de foresterie du Pacifique, des collègues des universités de Guelph et de la Colombie-Britannique, ainsi des représentants d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, contribuent des codes à barres génétiques des coléoptères perceurs du bois, des pucerons, des cochenilles et des papillons de nuit qui infestent nos forêts canadiennes. Rattachée au Centre de foresterie des Laurentides du Service canadien des forêts, l'équipe du chercheur scientifique Richard Hamelin se concentre pour sa part sur le séquençage des génomes de champignons que l'on trouve dans les forêts du pays.

Déjà, l'équipe a décodé une espèce de rouille exotique qui s'attaque à deux espèces hôtes du Canada. « Le codage à barres de l'ADN nous a permis de faire les liens entre les étapes très distinctes de son cycle de vie sur des hôtes très différents », explique Hamelin (rhamelin@nrcan-nrcan.gc.ca). « En termes simples, nous avons découvert que la rouille peut se reproduire, s'établir, et survivre à nos hivers. C'est ce genre de découverte que nous comptons faire dans les années à venir, au fur et à mesure que des données sur les séquences seront versées dans la base de données. »

Selon l'Agence canadienne d'inspection des aliments, le risque d'implantation de la rouille des feuilles, *Melampsora larici-populina*, est faible dans l'est du Canada, à l'inverse d'autres espèces introduites au pays dans le passé. Le chancre du châtaignier a eu raison de la plupart des châtaigniers d'Amérique dans les forêts

Profil de ravageur exotique

Typographe européen de l'épinette

Ips typographus,

et le champignon associé, *Ophiostoma polonicum*



À risque : épinette et autres conifères. Le champignon associé au typographe est mortel pour les arbres. Les scientifiques craignent que le typographe indigène colporte le champignon et que ne se reproduise une épidémie analogue à la maladie hollandaise de l'orme. • **Origine :** Eurasie • **Distribution :** Europe, Asie • **Première attestation au Canada :** Montréal, 1996; intercepté dans des pièges de détection; probablement introduit dans des emballages de bois. • **Symptômes :** sève de bois de couleur rouge-brun dans les crevasses de l'écorce; trous ronds; petits tubus de résine extrudés de l'écorce; cimes rouges

photo : Klaus Bohe, Service canadien des forêts



accélérer l'identification des espèces exotiques

de feuillus de l'est de l'Amérique du Nord à la fin du XIXe siècle, tandis que la rouille vésiculeuse a détruit les luxuriantes forêts de pin blanc de la Colombie-Britannique après son introduction par l'intermédiaire de végétaux de pépinière importés aux environs de 1910.

Même si le système de codes à barres n'est pas terminé, il aide déjà les chercheurs à découvrir de nouvelles espèces, à identifier des espèces très proches comme la spongieuse d'Europe et sa cousine d'Asie, à produire des cartes de distribution d'une espèce et à remonter aux populations d'origine avant leur dispersion d'un pays et d'un continent à l'autre. Ainsi, à la lumière des dossiers génétiques enregistrés dans la base de données, toutes les populations de la spongieuse européenne introduites en Colombie-Britannique ces dernières années seraient des descendantes des populations existantes du sud de l'Ontario.

Les méthodes classiques d'identification des espèces s'effectuent à partir des caractéristiques physiques, au prix de recherches minutieuses de douzaines de personnes pendant des mois dans les rapports scientifiques. Paul Hebert, professeur de zoologie à l'Université de Guelph et fondateur du Réseau du code à barres de l'ADN, explique que le système de code à barres donne des résultats sur certaines espèces en quelques heures. Le prochain objectif consistera à réduire ce délai à quelques minutes et d'en faire un système portatif.

« Nous voulons concevoir un appareil portatif d'échantillonnage et de séquençage de l'ADN d'un organisme. Les données obtenues sur le terrain seraient comparées à celles du Système de code à barres de la vie. Il serait possible de pouvoir faire tomber toutes les bestioles d'un arbre sur un drap, de faire un mélange avec leurs pattes ou une quelconque partie de leur anatomie, puis de demander à l'appareil d'identifier chacune des espèces présentes dans cette mixture d'ADN. Tout cela en quelques minutes! »

« Et, continue-t-il, si on ne trouvait pas le profil correspondant dans la base de données, cela signifierait tout simplement qu'il faut continuer d'ausculter l'arbre. »

Dotés d'un tel appareil, les techniciens de terrain, les agents de protection de la flore, les inspecteurs aux douanes et les chercheurs seraient en mesure d'identifier les agents pathogènes et les ravageurs sur-le-champ.

Parallèlement, les chercheurs sont à pied d'œuvre pour enrichir les dossiers sur les espèces dans la base. Pour établir le code à barres de chaque espèce, il faut séquençer et comparer les codes à barres de multiples spécimens. Les nouvelles espèces et celles qui ne sont pas identifiées doivent être vérifiées. Le code à barres de certaines espèces doit être accompagné de photos de spécimens et de données sur la collecte. De plus, les spécimens doivent être conservés dans des musées accessibles au public afin que les chercheurs puissent y revenir en cas d'incertitudes.

Paul Hebert souligne que le centre canadien des codes à barres de l'ADN, ouvert à l'Université de Guelph en mai, s'est donné pour objectif d'établir le code à barres de 100 000 espèces d'ici 5 ans. Bien

Profil de ravageur exotique

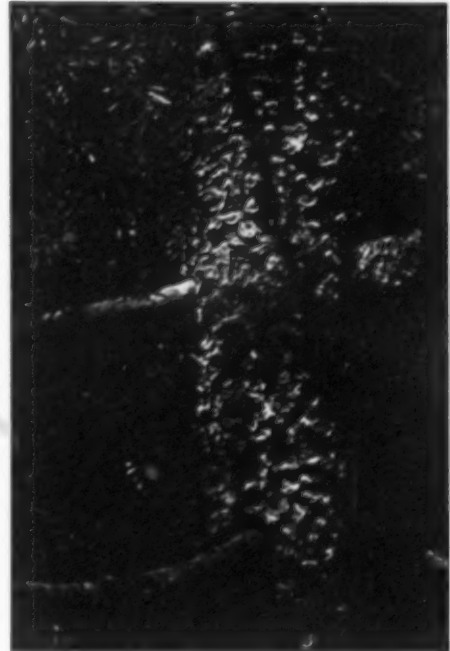
Rouille vésiculeuse du pin blanc

Cronartium ribicola

À risque : pin à cinq aiguilles, y compris le pin argenté, le pin souple et le pin blanc

• **Origine :** Asie • **Distribution :** Asie, Europe, Amérique du Nord • **Première**

attestation au Canada : Vancouver, 1910; introduit par des produits de pépinière en provenance de France; première introduction en Amérique du Nord en 1898 par des produits de pépinière d'Allemagne. La rouille a décimé le pin argenté en Colombie-Britannique. Les chercheurs du Service canadien des forêts mènent des études sur la résistance génétique du pin argenté à la rouille. • **Symptômes :** Au début, petites taches jaunes ou rouges sur les aiguilles. Une année ou deux après, chancres sur les branches et le tronc; peuvent être renflés et avoir un pourtour jaunâtre.



que le centre souhaite faire de la base une ressource sur les espèces canadiennes, les espèces de toute la planète auront bientôt leur ADN codé. On a jeté les bases du projet international de code à barres de la vie et des chercheurs de 25 pays ont déjà manifesté leur intérêt à en faire partie.

Quand Humble a commencé sa collaboration avec le Réseau du code à barres de la vie en 2005, l'opinion générale était que les recherches fondées sur les codes à barres ADN étaient difficiles et coûteuses. « La prudence et l'incertitude étaient de mise il y a deux ans. Ce n'est plus le cas. Aujourd'hui, cette technique et le système de codes à barres en général ont fait leurs preuves et tous admettent qu'ils seront la clé du progrès dans les domaines de la prévention et de la lutte contre l'envahissement des espèces exotiques. »

Sources

On trouvera plus d'information sur le codage à barres de l'ADN et le Réseau du code à barres de la vie sur les sites www.barcodinglife.org et www.bolnet.ca

Au sujet de *Melampsora larici-populina*, consultez notamment le site www.apsnet.org/pdf/searchnotes/2005/P0-89-1242B.asp



Logiciel pour projeter les effets des changements climatiques sur

Le climat change au Canada, et les ravageurs forestiers s'adaptent.

Pour suivre et prédire les effets à long terme du réchauffement climatique sur les ravageurs, les scientifiques de Ressources naturelles Canada utilisent un outil logiciel conçu à l'origine pour aider les gestionnaires des forêts à planifier à court terme leurs activités de lutte et d'échantillonnage des ravageurs. Cet outil, baptisé BioSIM, établit des liens entre les modèles de cycle vital des insectes et les données climatiques, et analyse les résultats afin d'établir les étapes successives du cycle vital d'un insecte – par exemple, pour déterminer le stade auquel un insecte donné sera le plus vulnérable aux insecticides. Dernièrement, BioSIM a été augmenté d'une fonction qui permet de prédire les conditions climatiques, actuelles ou à venir, les plus favorables aux invasions d'une espèce exotique, grâce à une température qui favorise sa survie.

« Pour être efficace, un programme de lutte aux ravageurs forestiers doit faire coïncider l'intervention avec les périodes de plus grande vulnérabilité des populations », explique Jacques Régnière, chercheur scientifique au Service canadien des forêts. M. Régnière, spécialiste de la dynamique des populations d'insectes au Centre de foresterie des Laurentides de Québec, a conçu le BioSIM. « Les conditions climatiques sont déterminantes dans la lutte contre les insectes. »

Pour prédire les effets à long terme des changements climatiques sur les populations d'insectes, les chercheurs se fondent sur des scénarios sur le climat générés par le Modèle canadien de circulation planétaire, dont les données couvrent plusieurs décennies à venir.

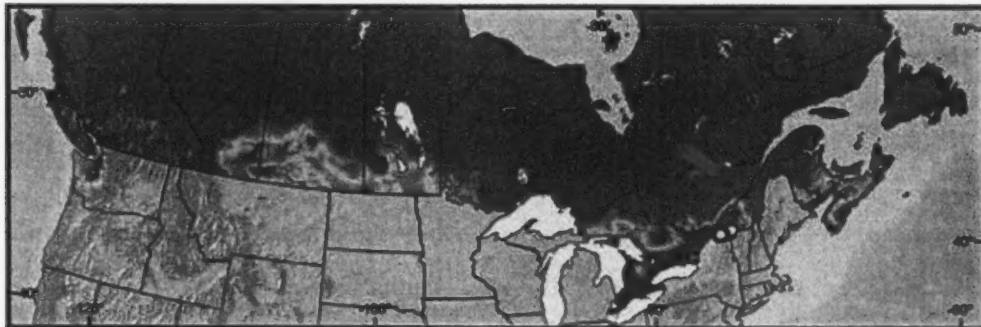
« Il n'a pas été simple de passer des applications pour lesquelles le BioSIM était prévu à l'origine à la modélisation climatique et aux prédictions à long terme, mais cela ne représentait pas pour autant un énorme changement de paradigme », affirme Régnière (jregnier@nrcan-rncan.gc.ca). « Que les prédictions soient à court ou à long terme, la technique est la même puisque, dans les deux cas, nous travaillons avec des données climatiques et des synthèses de sorties de modèle. »

Régnière s'est associé avec Vince Nealis (vnealis@nrcan-rncan.gc.ca), spécialiste de l'écologie des insectes au Centre de foresterie du Pacifique, ainsi qu'avec Kevin Porter (kporter@nrcan-rncan.gc.ca), analyste de systèmes au Centre de foresterie de l'Atlantique, pour déterminer l'expansion probable de l'aire de répartition de la spongieuse au Canada. À la demande de l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA), ils ont analysé les dossiers historiques de la nouvelle base de données sur les espèces exotiques envahissantes de Ressources naturelles Canada (se reporter à la page 5), ainsi que les données actuelles et les prévisions sur l'expansion de l'aire de répartition de la spongieuse au Canada, en se fondant sur le modèle de cycle de vie de

Sources

« Climate suitability and management of the gypsy moth invasion into Canada » sera publié dans le premier numéro du journal scientifique *Biological Invasions* de 2008. « Impacts du changement climatique sur l'expansion de l'aire de répartition du dendroctone du pin ponderosa » est publié dans le cadre du Programme sur le dendroctone du pin, document de travail 2006-14. Les deux articles peuvent être consultés dans la librairie virtuelle du Service canadien des forêts.

Distribution de la spongieuse – relevés aux pièges à phéromone (points jaunes) et échantillonnage à d'autres stades du cycle de vie (carrés verts) au Canada au cours des 40 dernières années (1964 à 1970 dans la carte du haut; 2001 à 2006 dans la carte du bas). Plus le rouge est foncé à l'arrière-plan, plus la probabilité d'établissement de la spongieuse est grande en raison des conditions climatiques favorables.



les ravageurs forestiers

la spongieuse, les conditions climatiques favorables et la distribution des hôtes. À l'issue de leurs travaux, les chercheurs ont soumis des recommandations relatives aux stratégies de gestion de la spongieuse à l'ACIA.

« Le principal intérêt des modèles comme BioSIM en matière de gestion des quarantaines », rapporte Shane Sela, spécialiste des forêts à l'ACIA, « est qu'ils nous permettent de mieux évaluer les risques et d'affecter plus efficacement les ressources aux zones où les risques potentiels sont les plus élevés. »

Plus récemment, Régnière a collaboré avec Allan Carrol (acarroll@nrcan-nrcan.gc.ca), spécialiste de l'écologie des insectes au Centre de foresterie du Pacifique, pour déterminer l'expansion possible de l'aire de répartition du dendroctone du pin dans l'Ouest canadien. Les résultats obtenus pointent vers la progression vers l'est du dendroctone si les tendances climatiques actuelles se maintiennent.

BioSIM permet de déterminer les probabilités de dissémination de toutes les espèces—insectes, agents pathogènes ou plantes—parce qu'il est conçu pour traiter tous les modèles qui englobent les cycles vitaux et le comportement d'un organisme donné selon les conditions climatiques. Cette promesse rend d'autant plus pressante l'acquisition d'information sur toutes les espèces qui posent un risque important aux forêts canadiennes.

Le réchauffement des courants océaniques freine les invasions sur l'île

Thomson (

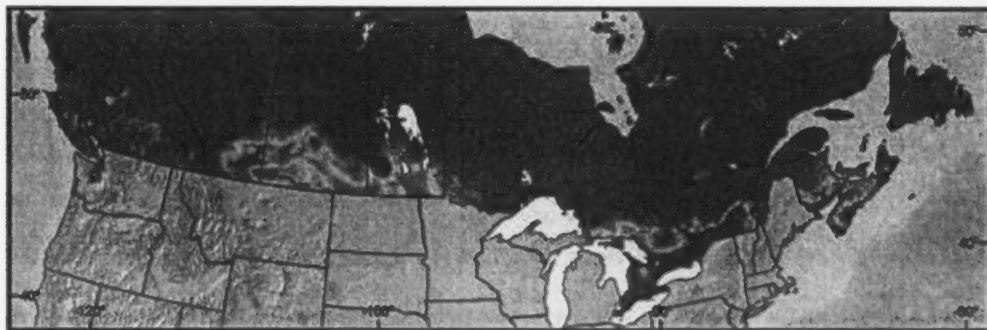
cycle des arbres est resté inchangé malgré le réchauffement parce que leurs besoins de

méridionale de l'île : on soupçonne en effet les changements climatiques de complicité

Source

« A 90-year sea warming trend explains forest defoliator outbreak patterns on Vancouver Island » paraîtra dans *The Forestry Chronicle*, et est disponible de la librairie virtuelle du Service canadien des forêts.

Distribution potentielle de la spongieuse au Canada selon la probabilité d'établissement attribuable aux conditions climatiques favorables, projection de 2000 (haut) à 2070 (bas).



Les solutions de rechange pour éradiquer la spongieuse

La mobilisation de la population pour éradiquer l'infestation de la spongieuse à Salt Spring Island, en Colombie-Britannique, montre toute la force de l'engagement communautaire et du sens civique. Quand les agents de santé des forêts de la province ont demandé un permis au gouvernement pour réaliser un épandage aérien contre l'espèce exotique nuisible en 2006, les résidents s'y sont opposés en chœur et ont proposé des solutions de rechange. Mieux encore, bon nombre d'entre eux ont veillé à leur mise en œuvre.

« Nous avons eu l'immense fortune que l'une des nôtres soit une scientifique du domaine de la foresterie et qu'elle soit au fait des dossiers chauds au ministère des Forêts de la Colombie-Britannique », commente Leslie Wallace, porte-parole du groupe Salt Springers Targetting Overuse of Pesticides et responsable de la lutte contre la spongieuse sur l'île. « Elle a rédigé un projet de proposition et le groupe en a fait une version finale. Les résidents l'ont soumise au British Columbia Gypsy Moth Technical Advisory Committee au début de 2006, et la proposition a été acceptée en entier, hormis la partie où nous proposions la cueillette manuelle des chenilles dans les arbres. »

« Si nous avons accepté », déclare Robb Bennett, entomologiste au service du ministère des Forêts et membre du comité consultatif, « c'est parce que la communauté nous avait garanti que les troupes seraient suffisamment nombreuses pour assurer la réussite du projet. Leur solution comportait entre autres une campagne massive de piégeage des spongieuses et la recherche des masses d'œufs, ce qui voulait dire des centaines d'heures de bénévolat. C'est l'argument massue qui a convaincu le comité de donner une chance à leur proposition. »

En 2006, des bénévoles ont passé presque 600 heures à chasser des masses d'œufs, à assembler 2700 pièges à spongieuse et à déambuler à travers des marais, des broussailles et des ronces pour accrocher les pièges. Plusieurs mois plus tard, ils ont décroché les pièges et les données ont été transmises aux scientifiques. En 2007, ils ont assemblé, distribué et recueilli 1500 nouveaux pièges. Le groupe communautaire a convenu avec la province que le recours à un insecticide biologique était un mal nécessaire, mais il a quand même réussi à convaincre les autorités de remplacer l'épandage aérien prévu pour les arbres et les arbustes des zones infestées par une vaporisation au sol d'une formule insecticide approuvée pour l'agriculture biologique. Si la formule recommandée par la province avait été utilisée, les fermes biologiques de la région auraient perdu leur certification pour trois années.

En reconnaissance de ses efforts, le groupe Salt Springers Targetting Overuse of Pesticides a reçu en 2007 un prix de gérance communautaire décerné par l'Islands Trust.

Bien qu'il soit encore trop tôt pour décréter l'éradication de la spongieuse de l'île, la vigilance dont fait désormais preuve la communauté pourrait empêcher de nouvelles infestations à l'avenir.

« Il est possible de prévenir les infestations de la spongieuse », déclare Vince Nealis (vnealis@nrcan-nrcan.gc.ca), écologiste spécialiste des insectes à Ressources naturelles Canada et membre du comité consultatif. « La femelle ne vole pas, de sorte que son introduction est possible seulement si quelqu'un la transporte. L'infestation de Salt Spring Island a été déclenchée tout simplement parce que quelqu'un y est venu depuis l'est du Canada, où la spongieuse est établie, dans un véhicule ou avec un produit quelconque sur lequel se trouvait une masse d'œufs de spongieuse et ainsi, l'a transportée. »

Le programme de lutte contre la spongieuse de Salt Spring Island veut profiter de la sensibilisation actuelle au sein de la population pour éviter que le problème ne se reproduise. Il y aura diffusion de documents, des présentations, la mise en ligne d'un site Web et des expositions; de plus, des cartes postales seront envoyées aux nouveaux résidents et aux visiteurs afin qu'ils demandent l'inspection gratuite de leurs véhicules et d'autres biens utilisés à l'extérieur et que les masses d'œufs, les larves ou les spongieuses suspectes soient signalées. Un réseau communautaire de partenaires mènera une campagne de sensibilisation auprès des résidents et des visiteurs, et un groupe de résidents recevra une formation sur l'inspection des véhicules et d'autres biens afin d'y détecter les masses d'œufs.

« L'esprit communautaire et l'engagement sincère des citoyens de Salt Spring Island représentent une formidable force », raconte Nealis. « Ces atouts constituent une arme redoutable pour prévenir les infestations sur l'île. »

Profil de ravageur exotique

Spongieuse : souche asiatique et souche européenne

Lymantria dispar



À risque : souche asiatique — plus de 500 (européenne = 300) essences d'arbres à feuilles caduques et d'arbustes, ainsi que de conifères (souches asiatiques uniquement).

La spongieuse asiatique est redoutable en vol et se nourrit à même les conifères. • **Origine :** Asie; Europe • **Distribution :** souche asiatique - Asie; souche européenne - Asie, Afrique, Europe, est de l'Amérique du Nord. La souche européenne est présente sur une grande partie de l'est de l'Amérique du Nord et est constamment introduite dans l'Ouest canadien par des personnes en provenance de régions infestées; des programmes d'éradication sont en cours. La souche européenne est introduite à l'occasion par des bateaux en provenance de ports infestés de l'Asie. • **Première attestation au Canada :** souche asiatique - Vancouver, 1991 (éradiquée); souche européenne - Québec, 1924 • **Symptômes :** bord des feuilles et des aiguilles effilochés ou broyés; riges, rameaux et branches dénudés.

photo : Klaus Bolte, Service canadien des forêts



Collaboration dans la lutte contre la spongieuse exotique

Des descendants de mouches et de guêpes parasites élevées en Nouvelle-Écosse et relâchées à Victoria, en Colombie-Britannique, pour venir à bout des infestations de spongieuses exotiques voilà une trentaine d'années sont retournés à l'autre bout du continent, cette fois-ci pour lutter contre une infestation de la même ampleur qui atteint les États-Unis.

De 1979 à 1983, des chercheurs du Centre de foresterie du Pacifique et du musée de l'agriculture de la Colombie-Britannique ont relâché deux espèces de parasites pour endiguer une infestation locale d'arpenteuses tardives, un insecte européen qui ravageait les arbres à feuilles caduques et les arbustes des vergers de la région, des pépinières, ainsi que des forêts de chênes de Garry. Les parasites venaient de populations de la Nouvelle-Écosse, où ils étaient utilisés contre l'arpenteuse tardive depuis le début des années 60, et d'Europe.

Depuis la dissémination de ces prédateurs, Imre Otvos, chercheur scientifique associé à l'initiative Lutte intégrée contre les ravageurs forestiers de Ressources naturelles et son équipe du Centre de foresterie du Pacifique ont fait le suivi de la densité de la spongieuse et des niveaux de parasitisme à six endroits dans la région de Victoria. Selon leurs études, la densité sur les arbres-hôtes est passée de 5 larves de spongieuse par feuille en 1980 à moins de 1 spongieuse par feuille en 1986 et, plus important encore, la mouche parasite poursuit son œuvre contre les populations locales d'arpenteuses tardives. Selon les années, le taux de parasitisme a atteint jusqu'à 65 %. L'autre prédateur de l'arpenteuse, une guêpe parasite, a également contribué à décimer l'espèce, mais dans une moindre mesure.

« L'efficacité de ces parasites a impressionné nos collègues des États-Unis », confirme Otvos (iotvos@nrcan-rncan.gc.ca). « Des chercheurs de l'Université du Massachusetts ont fait appel à nous en 2003 et nous travaillons maintenant ensemble sur un projet de lutte contre l'arpenteuse tardive au Massachusetts et dans le nord-est des États-Unis. »

Les parasites éclosent et se développent à l'intérieur de la nymphe de l'arpenteuse tardive. À la fin de l'été, l'équipe d'Otvos prélève des larves d'arpenteuse dans les sites de Victoria et expédie une dizaine de milliers de cocons au Massachusetts.

« Nos forêts offrent un paradis à l'arpenteuse tardive : on peut trouver jusqu'à 100 000 larves par arbre », selon Joe Elkinton, professeur d'entomologie à l'Université du Massachusetts (Amherst). M. Elkinton est venu au Centre de foresterie du Pacifique en 2005 pour apprendre les techniques d'élevage des larves auprès d'Imre Otvos.

Le laboratoire dirigé par Joe Elkinton reçoit et cultive les cocons d'arpenteuse tardive. Quand des adultes émergent, ils sont détruits. Seules des mouches parasites et, à l'occasion, des guêpes parasites sortent des cocons parasités. Les parasites sortent au printemps, se reproduisent et sont relâchés dans les forêts infestées tout juste avant la ponte.

« Nous avons mis en circulation des centaines de mouches par année », explique Elkinton. « L'année dernière, nous en avons libéré 1200 environ. Après quatre ans, les chercheurs ont commencé à trouver des mouches dans les forêts. »

Profil de ravageur exotique

Arpenteuse tardive *Operophtera brumata*

À risque : chêne (dont le chêne de Garry), érable, tilleul d'Amérique, frêne, arbres et arbustes fruitiers et certaines épinettes, dont l'épinette de Sitka, en Écosse • Origine : Europe • Distribution : Europe, nord-est et nord-ouest des États-Unis, provinces maritimes, sud de la côte de la C.-B. • Première attestation au Canada : 1949, en Nouvelle-Écosse • Symptômes : hla côte de la C.-B.

• Première attestation au Canada : 1949, en Nouvelle-Écosse • Symptômes : trous dans les feuilles et bords déchiquetés — après la défoliation, risques de chute de l'arbre pour la recherche de nourriture. Nouvelle production de feuilles au milieu de l'été, généralement vert clair, après la défoliation.

photo : Louis-Michel Nagelisen,
Département de la santé des forêts, Bugwood.org



« Cela nous indique que la mouche commence à s'établir, dit-il, et que les populations pourraient croître suffisamment pour mettre en péril les populations d'arpenteuse tardive. »

Le financement accordé par l'Université et l'État du Massachusetts couvre les frais engagés par Otvos et son laboratoire pour cette collaboration.

La sécurité des pesticides biologiques sous enquête

L'insecticide Btk est le plus largement utilisé dans nos forêts canadiennes. Dérivé de la sous-espèce *kurstaki* (Btk) du *Bacillus thuringiensis*, bactérie répandue dans le sol, cet insecticide est vaporisé pour contrôler la tordeuse des bourgeons de l'épinette et la spongieuse exotique.

Dernièrement, Imre Otvos (iotvos@nrcan-rncan.gc.ca), chercheur scientifique à Ressources naturelles Canada, et son équipe du Centre de foresterie du Pacifique ont fait la recension de tous les rapports de recherche et des études de cas publiés sur les effets du Btk sur la santé des humains et des grands mammifères. Selon ces rapports, les personnes souffrant de graves allergies ou dont le système immunitaire est faible peuvent être légèrement affectées lors d'une exposition au Btk; cependant, la plupart des personnes peuvent manger, respirer et boire les quantités de Btk auxquelles elles sont exposées pendant les périodes de vaporisation sans effet nocif.

Selon le corpus scientifique existant, « le Btk est sans doute le biopesticide le plus sûr actuellement sur le marché », explique Otvos. Il est toxique pour les espèces dotées d'un intestin alcalin, comme les chenilles de certaines espèces de spongieuses. Les mammifères ont un intestin acide qui détruit les bactéries ingérées au cours de la digestion. La lumière du soleil contribue aussi à la destruction du Btk, ce qui limite l'efficacité du pesticide après son application.

Source

« Safety of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* Applications for Insect Control to Humans and Large Animals »

À télécharger dans la bibliothèque virtuelle du Service canadien des forêts. Il s'agit d'un extrait du Compte rendu de la troisième conférence du Pacifique sur la biotechnologie de *Bacillus thuringiensis* et ses effets environnementaux, tenue en 2005 à Victoria, en Colombie-Britannique; publié par Agriculture et Agroalimentaire Canada.



La lutte biologique : guerre aux bandes de petites créatures

Un assassin qui tue les malades et les blessés par injection toxique... Une autre créature qui piste les jeunes d'une espèce pour s'installer dans leur appareil génital... Lorsque leurs victimes parviennent à maturité, se reproduisent et donnent naissance, les rejetons sont en fait des monstres parasites, de plus en plus nombreux...

La lutte biologique pourrait inspirer toutes sortes de scénarios de films d'horreur, mais les personnages de série B dépeints ci-dessus existent réellement et font actuellement l'objet d'une étude menée par des scientifiques des gouvernements fédéral et provincial. L'objectif? Trouver un ennemi naturel pour venir à bout d'un insecte exotique qui menace les pinèdes du Canada.

C'est le b.a.-ba de la lutte biologique, affirme Peter deGroot, chercheur scientifique dans le domaine des interactions des plantes/insectes au Centre de foresterie des Grands Lacs. « Il faut comprendre ce qui se trouve déjà dans un système avant de chercher des méthodes de gestion ou d'y introduire un agent de lutte biologique. »

Dans le cas présent, le rôle de l'assassin a été donné à *Sirex noctilio*, ou *sirex européen du pin*, une guêpe d'origine européenne, asiatique et nord-africaine qui a dévasté les pinèdes de l'Amérique du Sud, de la Nouvelle-Zélande, de l'Australie et de l'Afrique du Sud et qui, récemment, a été prise en flagrant délit de s'attaquer aux pins sauvages, rouges et gris dans plus de 40 sites du sud et du centre de l'Ontario. Le complice de *Sirex*, *un champignon* qui affaiblit la résistance des arbres. L'héroïne de l'histoire est une sinistre créature qui s'empare de sa

proie pour s'y reproduire. Les gestionnaires des forêts utilisent le nématode *pour contrôler* les populations de *et leurs ravages dans* plusieurs pays de l'hémisphère austral aux prises avec de graves infestations.

Isabel Leal (ileal@nrcan-rncan.gc.ca), biologiste et chargée de recherche au Centre de foresterie du Pacifique du Service canadien des forêts, cherche à savoir si *pourra poursuivre sa quête* héroïque dans les forêts du Canada. Elle met au point des tests fondés sur l'ADN pour identifier *, un* parasite de *S. noctilio*, et d'autres espèces de nématodes proches parentes qui ne sont pas des parasites, dont des espèces indigènes. « Quelles espèces vivent déjà ici? Quel est leur degré de parenté avec les espèces utilisées pour la lutte biologique? Quelles sont leurs interactions avec notre milieu et les espèces qui y vivent? »

DeGroot (pdegroot@nrcan-rncan.gc.ca) étudie la biologie et l'écologie de l'insecte. Il s'intéresse à d'autres insectes qui pourraient livrer une compétition féroce dans les pinèdes en difficulté qui sont la proie favorite du *sirex* européen ou qui présentent un profil qui en fait des hôtes *parfaits* pour d'autres ennemis naturels indigènes qui pourraient être conscris dans l'armada lancée contre

Au Centre de foresterie des Laurentides, Richard Hamelin (rhamelin@nrcan-rncan.gc.ca), chercheur scientifique dans le domaine de la biotechnologie des ravageurs forestiers, fait des recherches sur les *soit différentes souches d'* associées à la guêpe européenne du pin au Canada, leur influence sur l'insecte et le nématode, et les espèces de champignons concurrentes.

Les recherches, menées en collaboration avec des chercheurs d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, l'Agence canadienne d'inspection des aliments et le ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, en sont encore à leurs débuts. Heureusement, les populations de *restent à ce jour peu nombreuses. Cependant,* selon Leal, il vaut mieux répondre tout de suite aux questions fondamentales concernant la faisabilité de la lutte biologique, à plus forte raison parce que *n'est pas un agent de lutte biologique* infaillible contre *: malgré de nombreuses* tentatives, on n'a pas réussi à l'implanter en Afrique du Sud, alors qui sait ce qui adviendra au Canada?

« L'expérience sud-africaine nous enseigne que ce nématode n'est pas l'arme absolue pour prévenir ou réduire les infestations importantes. Rien ne garantit qu'il soit efficace au Canada. »

Profil de ravageur exotique

Sirex européen du pin

Sirex noctilio



À risque : pin, épinette, sapin, mélèze et Douglas taxifolié • **Origine :** Eurasie • **Distribution :** Asie, Australie, Nouvelle-Zélande, Amérique du Sud; Afrique; Europe; États de New York et de Pennsylvanie; sud de l'Ontario (mesures d'éradication et de surveillance en cours; recherches en cours sur diverses méthodes de lutte biologique) • **Première attestation au Canada :** Ontario et Québec, 2004; introduction probable plusieurs années auparavant. • **Symptômes :** flétrissement et décoloration des aiguilles; tunnels encombrés de sciures de bois; trous de sortie circulaires.

photo : David R. Lance, USDA APHIS PPQ, Bugwood.org

Les gens

Chapeau!

Rich Hunt a obtenu le prix (Distinguished Achievement Award) de la Western International Forest Disease Work Conference pour la qualité exceptionnelle de ses travaux sur le pathosystème formé par la rouille vésiculeuse du pin blanc et le pin argenté. Hunt a pris sa retraite du Service canadien des forêts en 2005; il y dirigeait le Projet sur la rouille vésiculeuse du pin blanc, lequel portait sur les résistances génétiques du pin argenté à la rouille vésiculeuse. Grâce aux travaux de Hunt sur cette maladie, le pin argenté est désormais une essence de bois d'œuvre sous contrôle en Colombie-Britannique.

Promotions

Forte de sa solide expérience en biologie moléculaire, **Phyllis Dale** est prête pour ses nouvelles fonctions de technicienne en recherche, Herbière et biologie moléculaire au Centre de foresterie du Pacifique. Avant d'arriver au Service canadien des forêts en 2004, elle travaillait aux départements de microbiologie et de sciences biologiques à l'Université de l'Alberta, à titre de collaboratrice à divers projets de recherche de biologie moléculaire et de phylogénétique; elle y donnait également des cours de premier cycle. Elle a obtenu son doctorat en phytologie (biologie moléculaire des plantes) à l'Université de l'Alberta en 1996.

Brian Low, chercheur dans le domaine des sciences géospatiales, a été nommé gestionnaire du Système national d'information forestière National Foreschercheur dans le domaine des sciences géospatiales, a été nommé gestionnaire du Système national d'information forestière. Il a participé aux étapes de la conception et de la planification de ce système Web de partage de données en libre accès, mis sur pied il y a neuf ans. Avant de se joindre à l'équipe du Service canadien des forêts en 1998, il travaillait au ministère de l'Environnement, des terres et des parcs de la Colombie-Britannique, à titre de spécialiste des systèmes d'information géographique. Notamment, il utilisait des données géographiques et climatiques pour la création de modèles associés aux espèces animales rares et en voie de disparition, ainsi que l'élaboration de normes numériques provinciales de cartographie des écosystèmes terrestres.

Gurp Thandi a accepté le poste de technicien des systèmes d'information géographique au sein du groupe de recherche sur les incendies du Centre de foresterie du Pacifique. Thandi ayant fait partie de nombreux groupes de recherche du Centre depuis six ans, il a accumulé des expériences fort variées dans les domaines des applications d'information géographique et de l'analyse de données qui en font le candidat tout désigné pour ce nouveau rôle.

Départs

Après plus de 30 années à fournir des services de diagnostic dans le domaine des insectes forestiers au Service canadien des forêts et aux organismes affiliés en Colombie-Britannique et au Yukon, le biologiste de l'Insectarium **Bob Duncan** a pris sa retraite à l'automne. Le Service canadien des forêts a publié une compilation des travaux de recherche approfondis de Duncan sur les chenilles et les larves de tenthrède en 2006 dans *Insectes défoliateurs des conifères de la Colombie-Britannique*. Duncan quitte le Service canadien des forêts pour se consacrer au domaine qui le passionne, la culture fruitière. Son petit verger situé au sud de l'île de Vancouver compte plus de 370 variétés de fruits des régions tempérées et subtropicales.

Un autre chercheur chevronné a pris sa retraite à l'automne : **Raj Prasad**, expert en physiologie végétale et malherbologie. Au Centre de foresterie du Pacifique, Prasad a étudié le pouvoir envahissant des plantes exotiques indésirables, les conséquences et les méthodes de lutte en foresterie. Auparavant, il avait travaillé à l'Institut pour la répression des ravageurs forestiers de Sault Ste Marie, où ses recherches portaient sur les herbicides utilisés pour la gestion des ressources forestières, ainsi qu'à l'Institut de recherches en répression chimique du Service canadien des forêts à Ottawa, où il étudiait les méthodes de lutte contre la flétrissure vasculaire et la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

Le spécialiste du changement d'affectation des terres **Dennis Paradine** a quitté le Centre de foresterie du Pacifique cet automne après avoir accepté un poste dans la fonction publique de la Colombie-Britannique. Il était venu au Service canadien des forêts en 2002 pour mettre au point des méthodes de cartographie des changements permanents d'affectation des terres forestières intégrées au Modèle du bilan du carbone du Service canadien des forêts. Les analyses de télédétection, d'inventaire et d'autres fichiers qu'il a conçues et effectuées avec des collaborateurs du fédéral, de la province et du secteur privé visaient à estimer les taux de déforestation au Canada; il a également fait partie des équipes de télédétection numérique et de comptabilisation du carbone du Service canadien des forêts.

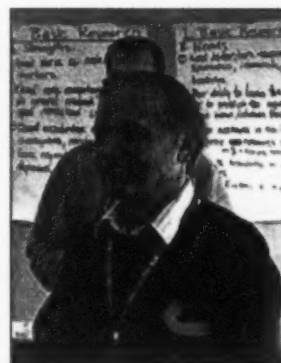
Laura Byrne, spécialiste en ressources naturelles au Service canadien des forêts, a récemment changé de poste pour devenir analyste des systèmes d'information géographique au District de Sooke, île de Vancouver. Quand elle était en poste au Centre de foresterie du Pacifique, elle collaborait notamment avec le ministère de la Défense nationale et le Conseil national de recherches du Canada pour la gestion de leurs terres forestières au sud de l'île de Vancouver. Son travail portait sur la gestion et la mise en œuvre de projets du Fonds interministériel pour le rétablissement (Environnement Canada) axé sur la protection des espèces en péril, la gestion des aires naturelles et le soutien aux évaluations environnementales.



Rich Hunt (à droite), chercheur scientifique à la retraite et Gary Hogan, directeur du Programme de biologie forestière.



Brian Low



Raj Prasad



Nouveautés de la librairie

L'État des forêts au Canada : Rapport annuel 2007.
The State of Canada's Forests: Annual Report 2007.

Insectes nuisibles des forêts au Canada. Dendroctone du pin ponderosa.
(Affiche) (Forest insect pests in Canada. Mountain pine beetle. (Poster))

Insectes nuisibles des forêts au Canada. Spongieuse. (Affiche). (Forest insect pests in Canada. Gypsy moth. (Poster))

Semaine nationale de l'arbre et des forêts, du 23 au 29 septembre 2007.
Les ressources naturelles du Canada : tradition et transition (Affiche).
(National Forest Week, September 23-29, 2007. Canada's natural resources : tradition and transition (Poster))

Model-based, volume-to-biomass conversion for forested and vegetated land in Canada. 2007. Boudewyn, P.A.; Song, X.; Magnussen, S.; Gillis, M.D. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre, Victoria, BC. Information Report BC-X-411.

The Mountain Pine Beetle Program. 2007.

A silvicultural assessment of 10 lodgepole pine stands after partial cutting to reduce susceptibility to mountain pine beetle. 2007. Whitehead, R.J.; Russo, G.; Hawkes, B.C.; Armitage, O.B. Natural Resources Canada, Canadian Wood Fibre Centre, Victoria, B.C.

Événements

ForestEdWest 2008 : Conférence sur la sensibilisation aux forêts dans l'Ouest canadien

24 au 27 janvier 2008
Kelowna (Colombie-britannique)
Information : www.forestedwest.ca

ExpoFor 2008

20 au 22 février 2008
Penticton (Colombie-britannique)
Information : www.abcfp.ca

Assemblée générale du Council of Forest Industries (COFI)

16 au 18 avril 2008
Kelowna (Colombie-britannique)
Information : www.cofi.org

La voie vers la forêt de l'avenir Congrès national 2008 et 100^e Assemblée générale annuelle du centenaire de l'Institut forestier du Canada

7 au 10 septembre 2008
Fredericton
Information : <http://www.cif-ifc.org/francais/fagms.shtml>

Société d'entomologie du Canada 58^e Assemblée générale

Réunion conjointe avec la Entomological Society of Ontario
18 au 22 octobre 2008
Ottawa (Ontario)
Information : esc-sec.org/agm.htm

Prochain numéro...

Comprendre les incidences sociales
et économiques de l'épidémie du
dendroctone du pin ponderosa

et
Survol de la forêt boréale

Consultez la librairie virtuelle pour commander ou télécharger les publications
du Service canadien des forêts à l'adresse suivante :

bookstore@cfs.nrcan.gc.ca

Le catalogue contient des milliers de publications et d'articles de recherche publiés
par le Service canadien des forêts de Ressources naturelles Canada.

Info-Forêts : Recherche en science et technologie au Centre de foresterie du Pacifique du Service canadien des forêts – bulletin publié trois fois par année par le groupe de recherche en biologie forestière du **Centre de foresterie du Pacifique, Service canadien des forêts de Ressources naturelles Canada**, 506 rue Burnside Ouest, Victoria, Colombie-Britannique V8Z 1M5; scf.nrcan.gc.ca/regions/cfp; téléphone : 250 363-0600. Veuillez soumettre vos questions, commentaires, suggestions et demandes d'autorisation de reproduire les articles publiés dans les présentes à la rédactrice en chef, Monique Keiran (téléphone : 250 363-0779; courriel : PFCPublications@nrcan-nrcan.gc.ca). Pour commander des exemplaires supplémentaires ou l'une des publications du Service canadien des forêts citées aux présentes, visitez la librairie virtuelle du Service canadien des forêts à l'adresse **bookstore.cfs.nrcan.gc.ca**, ou communiquez avec Nina Perreault, commis aux publications du Centre de foresterie du Pacifique (téléphone : 250 363-0771; courriel : PFCPublications@nrcan-nrcan.gc.ca).